


PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : H04N 1/46, 3/15	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/05424 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 17. Mai 1990 (17.05.90)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE89/00690 (22) Internationales Anmeldedatum: 26. Oktober 1989 (26.10.89) (30) Prioritätsdaten: P 38 37 063.8 31. Oktober 1988 (31.10.88) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: LENZ, Reimar [DE/DE]; Hol- landstr. 17, D-8000 München 40 (DE). (74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; Willibaldstr. 36/38, D-8000 München 21 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (euro- päisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (euro- päisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäi- sches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäi- sches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäi- sches Patent), US.	Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: OPTO-ELECTRONIC COLOUR-IMAGE SENSOR

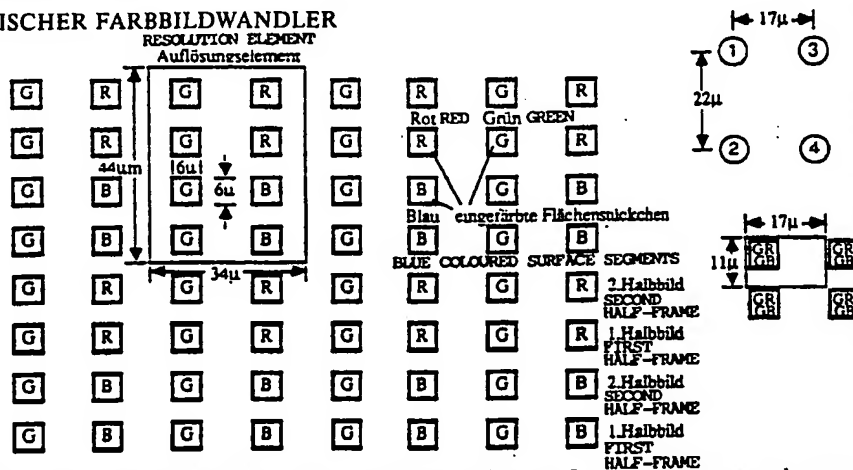
(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHER FARBBILDWANDLER

(57) Abstract

A description is given of an opto-electronic colour image converter with an imaging system which images an object on a two-dimensional CCD array, whose matrix of photosensitive sensors has a colour filter mask to record images with at least three colour components. The colour image sensor of the invention is distinguished by having means for shifting the image between the imaging of successive partial images in relation to the CCD array so that the sensor components of the CCD array which are sensitive to the various colours are placed one after the other on the same locus of the image; and by the fact that a storage and control unit makes the colour components of the partial images recorded with a shifted CCD array coincide.

(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird ein optoelektronischer Farbbildwandler mit einem Abbildungssystem, das ein Objekt auf ein zweidimensionales CCD-Array abbildet, dessen Matrix aus lichtempfindlichen Sensor-Elementen eine Farbfiltermaske zur Aufnahme von Bildern mit mindestens drei Farbauszügen aufweist. Der erfindungsgemäße Farbbildwandler zeichnet sich dadurch aus, daß Mittel vorgesehen sind, die das Bild zwischen der Aufnahme aufeinanderfolgender Teilbilder relativ zum CCD-Array derart verschieben, daß nacheinander die für die verschiedenen Farben empfindlichen Sensor-Elemente des CCD-Arrays an den gleichen Bildort zu liegen kommen, und daß eine Speicher- und Steuereinheit die mit verschobenem CCD-Array aufgenommenen Farbauszüge der Teilbilder deckungsgleich zusammensetzt.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Malï
AU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Malawi
BE	Belgien	GA	Gabon	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	IT	Italien	SD	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

Optoelektronischer Farbbildwandler

B e s c h r e i b u n g

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf einen optoelektronischen Farbbildwandler mit einem Abbildungssystem, das ein Objekt auf ein zweidimensionales CCD-Array abbildet, dessen Matrix aus lichtempfindlichen Sensor-Elementen eine Farbfiltermaske zur Aufnahme von Bildern mit mindestens drei Farbauszügen aufweist.

Stand der Technik

Derartige optoelektronische Farbbildwandler mit einem einzigen CCD-Array und Farbfiltermaske sind allgemein bekannt. Sie haben gegenüber Farbbildwandlern, die mit jeweils einem CCD-Array für die einzelnen Farbauszüge, beispielsweise rot, grün und blau arbeiten, den Vorteil eines geringeren baulichen Aufwands. Nachteilig ist jedoch, daß die Zahl der für einen Farbauszug zur Verfügung stehenden lichtempfindlichen Sensor-Elemente - je nach Ausbildung der Farbfiltermaske - im Mittel um den Faktor 3 geringer als bei optoelektronischen Farbbildwandlern ist, die mit drei CCD-Arrays, also je einem je Grundfarbe arbeiten. Neben der dadurch verminderten Bildauflösung ist weiterhin von Nachteil, daß die Farbauszüge durch Abtastung des Bildes an nebeneinanderliegenden, also nicht übereinstimmenden Bildabtastorten entstehen. Dies kann insbesondere bei feinen, periodischen Bildstrukturen zu stark störenden Farbartefakten in Form von Farbmustern führen.

Aus der WO 86/05641 und der WO 86/05642 sind optoelektronische Farbbildwandler anderer Gattung als im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt, nämlich Farbbildwandler mit drei CCD-Arrays, bei denen das Bild relativ zum CCD-Array um einen Bruchteil des Abstandes der Sensor-Elemente (im folgenden auch als SEL bezeichnet) verschoben wird. Diese Verschiebung erfolgt, um die Bildauflösung, gemessen in Bildelementen (PEL=Picture Element) über die durch die SEL-Zahl vorgegebene Auflösung zu erhöhen.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung geht von dem Grundgedanken aus, zur Erhöhung der Auflösung und zur Vermeidung von Farb-Abtastartefakten (Farbbaliasing) eines optoelektronischen Farbbildwandlers gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, d.h. eines Farbbildwandlers mit nur einem CCD-Array und Farbfiltermatrix, eine Relativ-Verschiebung zwischen dem Bild und dem CCD-Array vorzusehen.

Erfindungsgemäß ist nun erkannt worden, daß eine einfache Übertragung der aus der WO 86/05641 oder der WO 86/05642 bekannten "Sub-Pixel-Relativ-Verschiebung" nicht ausreichend ist. Zur Vermeidung der Farbartefakte ist nämlich die Verschiebung um ganzzahlige Vielfache des Sensor-Elementabstandes erforderlich.

Durch die Aufnahme mehrerer, geringfügig gegeneinander verschobener Bilder (im weiteren Verlauf Teilbilder genannt) und die anschließende Überlagerung der Teilbilder entsteht ein höher aufgelöstes Bild. Die Farbauszüge dieses resultierenden Bildes weisen im Gegensatz zu den Farbauszügen eines Teilbildes miteinander übereinstimmende Abtastorte auf.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen optoelektronischen Farbbildwandler mit einem CCD-Array und einer vorgeschalteten Farbfiltermaske gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derart weiterzubilden, daß sich eine über die der jeweiligen Farbe zugeordnete Zahl der CCD-Sensor Elemente (SEL) erhöhte Auflösung ergibt, die der Anforderung an gleiche Abtastorte für alle Farbauszüge genügt.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist mit ihren Weiterbildungen und Ausgestaltungen in den Patentansprüchen gekennzeichnet.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß es zur Steigerung der Auflösung eines optoelektronischen Farbbildwandlers mit nur einem Bildaufnehmer, vor dem eine Farbfiltermaske zur Aufnahme von mindestens drei Farbauszügen, also beispielsweise eines roten, eines grünen und eines blauen Farbauszuges angeordnet ist, erforderlich ist, durch eine Relativ-Verschiebung zwischen dem Bild und dem Bildaufnehmer zunächst zu erreichen, daß nacheinander die für rot, grün und blau empfindlichen Sensor-Elemente des Bildaufnehmers, also beispielsweise des CCD-Arrays an die gleichen Bildorte zu liegen kommen.

Dementsprechend sind Mittel vorgesehen, um beispielsweise das CCD-Array oder ein Element im Strahlengang vor dem CCD-Array zu verschieben. Auf diese Weise werden zunächst um ganzzahlige Vielfache des SEL-Abstands relativ zueinander verschobene, aus beispielsweise jeweils drei Farbauszügen bestehende Teilbilder gewonnen. Die Zahl der Bildpunkte eines Teilbildes ist gleich der Zahl der Sensorelemente des CCD-Arrays.

Eine Speicher- und Steuereinheit, die die einzelnen Teilbilder zwischenspeichert, setzt anschließend die mit relativ verschobenem CCD-Array aufgenommenen Farbauszüge aller Teilbilder deckungsgleich zusammen.

Durch diese erfindungsgemäß vorgenommenen Maßnahmen wird erreicht, daß zunächst durch die Relativ-Verschiebung um ganzzahlige Vielfache des SEL-Abstands die "prinzipielle Unschärfe" eines optoelektronischen Farbbildwandlers gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 beseitigt wird, die dadurch entsteht, daß die einzelnen Farbauszugs-Bilder an "unterschiedlichen Bildorten" aufgenommen werden. Die Beseitigung dieser "prinzipiellen Unschärfe" ist eine Voraussetzung für die im Anspruch 6 angegebenen Sub-SEL-Verschiebung, d. h. eine Relativ-Verschiebung zwischen Bild und Bildaufnehmer um einen Bruchteil des Abstandes der einzelnen lichtempfindlichen Sensor-Elemente. Diese Sub-SEL-Verschiebung ermöglicht zusätzlich eine umso weitergehende Erhöhung der Auflösung, je kleiner die Kantenabmessungen der lichtempfindlichen Fläche eines Sensor-Elementes relativ zum Abstand der einzelnen Elemente ist.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben:

Die im Anspruch 2 angegebene Verschiebung des CCD-Arrays hat gegenüber der Verschiebung oder Verkipfung eines Elements im Strahlengang vor dem CCD-Array den Vorteil der leichteren technischen Realisierbarkeit. Beispielsweise können Piezoelemente vorgesehen werden, die das CCD-Array in der Bildebene ein- oder zweidimensional (Ansprüche 3 und 4) verschieben.

Die bereits erwähnte und im Anspruch 5 angegebene "Sub-SEL-Verschiebung" kann gemäß Anspruch 6 auch dazu benutzt werden, um bei unterschiedlichen Abständen der Sensorelemente in zueinander senkrechten Richtungen eine Angleichung der Bildauflösung zu erreichen.

Ferner ist es von Vorteil, daß die erfindungsgemäße Ausgestaltung auch eine Abtastung in einem hexagonalen Muster, das der dichtesten Flächenerfüllung entspricht, gestattet.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben, in der zeigen:

Fig. 1 a die Sensorelemente und ihre Einfärbung (R, G, B) eines gattungsgemäßen Farbbildwandlers nach dem Stand der Technik,

Fig. 1 b die vier bei diesem Ausführungsbeispiel zur Vermeidung von Farbartefakten einzunehmenden um ganzzahlige Vielfache des SEL-Abstandes versetzten Sensorpositionen,

Fig. 1c das durch Überlagerung der dabei gewonnenen Teilbilder resultierende Auflösungselement, mit übereinstimmenden Abtastorten für den roten, grünen und blauen Farbauszug.

Fig. 2 a bis 2d das Positionierschema für die Erzeugung von Farbauszügen mit annähernd gleicher Auflösung in x- und y-Richtung und nur partieller Vermeidung von Farbartefakten,

Fig. 3 a bis 3d das Positionierschema für die Erzeugung deckungsgleicher Farbauszüge mit nahezu hexagonalem Abtastraster,

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für einen verschiebbaren CCD-Sensor, und

Fig. 5 ein Blockschaltbild des Gesamtsystems.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Bei dem im folgenden erläuterten Ausführungsbeispiel wird ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens ein sogenannter Interline-Transfer-CCD-Flächensensor verwendet. Selbstverständlich ist die Erfindung jedoch auch bei Flächensensoren anwendbar, die nach dem Frame-Transfer-Prinzip oder nach anderen Prinzipien arbeiten, solange diese nur eine entsprechende Bilddarstellung ermöglichen.

Diese beiden genannten Sensortypen unterscheiden sich im Hinblick auf die erfindungsgemäße Anwendung im wesentlichen nur dadurch, daß bei Frame-Transfer-Sensoren praktisch die gesamte Fläche innerhalb einer Sensorzelle lichtempfindlich ist, während bei Interline-Transfer-Sensoren nur ein kleines Flächenelement lichtempfindlich ausgebildet ist. Typischerweise beträgt der lichtempfindliche Flächenanteil bei Interline-Transfer-Sensoren weniger als 25%, was eine erhebliche Steigerung der Bildauflösung durch Sub-SEL-Verschiebung zuläßt.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel wird ein Interline-Transfer-Flächensensor mit Fernsehbilddrate verwendet, bei dem die für Farbbilder erforderliche spektrale Auflösung zu Lasten der Ortsauflösung erzielt wird, indem jedem

Farbauszug nur ein Bruchteil der gesamten zur Verfügung stehenden Sensorelemente zugeordnet wird.

Fig. 1a zeigt schematisch einen Ausschnitt aus einem Interline-Transfer-CCD-Flächensensor, bei dem die lichtempfindlichen Flächen der einzelnen Sensorelemente als Vierecke eingezeichnet sind. Durch eine auf das CCD-Array aufgebrachte Farbfiltermaske sind die einzelnen Sensorelemente für Rot, Grün oder Blau empfindlich. Dies ist durch die Bezugszeichen R, G und B symbolisiert.

In Fig. 1a sind sowohl die Kantenabmessungen der lichtempfindlichen Flächenelemente als auch die des Auflösungselements angegeben, das der kleinsten periodisch wiederholten Struktur der Farbfiltermaske entspricht.

Erfindungsgemäß wird durch eine kleine zweidimensionale Relativverschiebung zwischen Sensor und Bild, die ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens beispielsweise durch eine Verschiebung des Sensors erzielt wird, eine hohe örtliche Auflösung durch Verringerung der zeitlichen Auflösung erzielt, da mehrere Teilbilder nacheinander aufgenommen werden.

Durch unterschiedliche Verschiebungsmuster mit verschieden großer Anzahl von Teilbildern kann in gewissen Grenzen die zeitliche und die örtliche Auflösung frei gegeneinander ausgetauscht werden. Die maximale zeitliche Auflösung entspricht der Auslesedauer für ein Teilbild und ist damit beispielsweise durch die Fernsehbilddrate gegeben, die maximale örtliche Auflösung durch die Abbildungsgüte des verwendeten Objektivs und durch die Abmessungen der lichtempfindlichen Flächenelemente innerhalb einer Sensorzelle. Bei den in Fig. 1a exemplarisch angegebenen Abmessungen

von $6 \times 6 \mu\text{m}$ liegt die erste Nullstelle der Modulations-Übertragungsfunktion bei 167 Linienpaaren pro Millimeter.

Fig. 1b zeigt das Positionierschema des Sensors relativ zum Bild für die Erzeugung deckungsgleicher Farbauszüge mit jeweils der Auflösung des entsprechenden Sensors in Schwarz/Weiß-Ausführung. Die einzelnen Positionen sind dabei von 1 bis 4 durchnummeriert und entsprechen einer Relativ-Verschiebung um einen SEL-Abstand in horizontaler und zwei SEL-Abständen in vertikaler Richtung.

Fig. 1c zeigt das Auflösungselement des resultierenden Bildes, das sich aus der Überlagerung der viel Teilbilder ergibt. Der für die Luminanzinformation wichtigste Farbauszug grün ist an jedem Abtastort doppelt vertreten, eine Folge der hier nur beispielhaft gezeigten Ausgestaltung der Farbmaske, die mehr grünempfindliche als rot- oder blauempfindliche Sensorelemente vorsieht.

Wie einem Vergleich der Figuren 1a und 1c zu entnehmen ist, hat das Auflösungselement aufgrund der Relativverschiebung um ganzzahlige Vielfache des SEL-Abstands in Horizontalrichtung nur noch halb so große und in Vertikalrichtung sogar nur noch ein Viertel so große Abmessungen wie bei der Bildaufnahme, bei der das Bild und der Sensor zueinander ortsfest sind. Zugleich werden die Farbauszüge an denselben Abtastorten gewonnen und damit eventuelle Farbartefakte vermieden.

Fig. 2a zeigt ein Positionierschema für die Relativverschiebung, mit dem Farbauszüge erhalten werden, die in horizontaler und in vertikaler Richtung nahezu die gleiche Auflösung haben. Die Verschiebung in vertikaler Richtung beträgt wiederum das Doppelte des SEL-Abstandes, in hori-

zontaler Richtung jedoch Vielfache von $2/3$ des SEL-Abstandes.

Fig. 2b zeigt die Abmessungen des zugehörigen Auflösungselements. Dabei sind die roten und blauen Farbauszüge gegenüber dem grünen Farbauszug horizontal versetzt und daher die Farbartefakte nur zum Teil, nämlich in vertikaler Richtung, unterdrückt.

Fig. 2c zeigt ein Positionierschema, mit dem hochauflösende und deckungsgleiche Farbauszüge erhalten werden, die sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung nahezu gleiche Auflösung haben.

Fig. 2d zeigt die Abmessungen des zugehörigen Auflösungselements. Dabei sind die roten und blauen Farbauszüge deckungsgleich mit dem grünen Farbauszug.

Fig. 3a zeigt ein Positionierschema mit dem deckungsgleichen Farbauszüge mit nahezu hexagonalem Abtastraster erhalten werden.

Fig. 3b zeigt die Abmessungen des zugehörigen Auflösungselements. Die periodische Fortsetzung des Auflösungselements erfolgt hier entlang von drei Achsen, die im Winkel von $\approx 60^\circ$ zueinander stehen. Die vertikale Achse ist eine der Hauptachsen.

Fig. 3c zeigt ein Positionierschema, mit dem hochauflösende und deckungsgleiche Farbauszüge mit nahezu hexagonalem Abtastraster erhalten werden.

Fig. 3d zeigt die Abmessungen des zugehörigen Auflösungselements. Die horizontale Achse ist nun eine der Hauptachsen.

Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen gegenüber dem Bild verschiebbaren Sensor: Innerhalb eines Gehäuses 1 ist ein Sensor 2 auf einem Grundelement 3 befestigt, das mittels Blattfedern 4 und Piezostellgliedern 5 in Richtungen der Pfeile v und h verschiebbar ist.

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild der Steuereinheit; unter Bezugnahme auf die in dieser Figur angegebenen Schaltelemente soll im folgenden die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Farbbildwandlers näher erläutert werden:

Die Bildvorlage wird mit einem Objektiv auf den CCD-Sensor scharf abgebildet. Die Beschreibung bezieht sich auf den Fall, daß ein Farbbild mit der Auflösung von beispielsweise 1500 x 1100 Bildelementen je Farbauszug gewonnen werden soll. Der mit einer Farbmaske gemäß Fig. 1a ausgestattete CCD-Array habe 500 Sensorelemente in horizontaler und 550 SEL in vertikaler Richtung. Das erforderliche Positionierschema entspricht der Fig. 2c mit 24 einzunehmenden Positionen.

In der Position "1" werden zunächst während einer gewissen Integrationsdauer die einfallenden Photonen in den Sensorelementen in Photo-Elektronen umgewandelt und in den Sammelkondensatoren unter den lichtempfindlichen Flächen zu Ladungspaketen aufintegriert. Während der vertikalen Bildaustastlücken werden die Ladungen der Teilbilder in die neben den lichtempfindlichen Flächenstückchen befindlichen Transportkondensatoren der vertikalen CCD-Eimerketten

umgeladen und stehen zum Auslesen bereit. Um der Verschiebemechanik möglichst lange Zeit zur Stabilisierung zu geben, gibt der Rechner bereits nun das Kommando zum Übergang in die nächste Position "2", bei der die lichtempfindlichen Flächenelemente in neue Bildabtastorte zu liegen kommen. Teilbilder, die während der Bewegung entstehen und damit bewegungsverwischt wären, werden nicht ausgewertet. Zum Ende der vertikalen Austastlücke beginnt das Auslesen der Ladungen. Das analoge Ausgangssignal des Sensors wird synchron zu dessen CCD-Auslesetakt digitalisiert (schnelle A/D-Wandlung in z.B. 8 Bit = 1 Byte pro Sensorelement) und in einem schnellen Speicher abgelegt. Nach Beendigung der Übertragung des Teilbildes von Position "1" in einen Massenspeicher beginnt das Auslesen des Teilbildes aus Position "2". In der davorliegenden vertikalen Austastlücke wurde bereits vom Rechner das Kommando zum Übergang in die Position "3" gegeben. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis alle 24 Teilbilder abgespeichert sind. Bei ausreichend schneller Abspeicherung d.h. Verwertung jedes zweiten Teilbildes und europäischer Fernsehnorm ($25\text{Hz}=1/40\text{ms}$) dauert der gesamte Vorgang $24 \times 2 \times 40 \text{ ms} \approx 2 \text{ sek.}$ Während dieser Zeit darf sich das abzubildende Objekt nicht bewegen. Danach wird aus den einzelnen Teilbildern mit Hilfe des Rechners das hochaufgelöste Bild zusammengesetzt.

Bei analoger Zwischenspeicherung auf Videoband wird der Sensor in gleicher Weise bewegt. Beim späteren Einlesen in den Rechner ist beim Digitalisieren der Teilbilder aufgrund von Gleichlaufschwankungen des Laufwerks möglicherweise eine Time-Base Korrektur erforderlich und Fehler durch Drop-Outs müssen erkannt und korrigiert werden.

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene kleine Relativverschiebung eines CCD-Flächensensors und nachfolgendem Zusammensetzen der Teilbilder werden folgende Vorteile erzielt.

1) Es wird eine sehr hohe Auflösung des Gesamtbildes von beispielsweise 2000 x 1650 Bildelemente für alle drei Farbkanäle bei Verwendung des Interline-Transfer-Farbsensors erreicht, der bei dem besprochenen Ausführungsbeispiel exemplarisch 250 x 550 SEL für den Grünkanal und 250 x 275 SEL für den Rot- und Blaukanal und lichtempfindlichen Flächenelementen der Größe 6 x 6 µm aufweist.

Die Modulationsübertragungsfunktion des Sensors ist bei dieser Auflösung auf etwa 30% gefallen. Dies ermöglicht insbesondere die ausreichend hochauflösende Abtastung einer DIN A4 Schriftseite, eines Farbdias oder eines Filmstreifens mit 24 x 18 mm Bildformat.

2) Die geometrische Präzision ist bereits bei normaler mechanischer Ausbildungen der verschobenen Elemente sehr hoch, da die Verschiebewege sehr kurz sind: Bei dem genannten Beispiel ist die Größe der Auflösungszelle beim Farbsensor 34 x 44 µm, während sie beim entsprechenden S/W-Sensor 17 x 11 µm beträgt. Bei einem relativen Fehler der mechanischen Verschiebung von beispielsweise 1% ergibt sich im gesamten Bildfeld ein maximaler Fehler von 0,44 µm (mechanisch) plus 0,1 µm des Sensors. Dies ist klein gegenüber der radialen Linsenverzeichnung von CCTV-Objekten. Diese beträgt beispielsweise bei einem Objektiv mit einer Brennweite von 25 mm am Bildrand bereits bis zu 50 µm.

3) Die Lichtempfindlichkeit wird gegenüber Zeilenscannern oder Trommelscannern um Größenordnungen gesteigert, so daß

die Aufnahmezeit bei gleicher Auflösung und gleichem Signal/ Rausch-Abstand wesentlich verkürzt wird.

4) Durch verschiedene Verschiebungsmuster hat man die Möglichkeit, in gewissen Grenzen frei zwischen hoher Ortsauflösung und hoher zeitlicher Auflösung zu wählen.

5) Ferner bietet sich die Möglichkeit, das Bild nicht nur im rechteckigen, sondern auch in nahezu hexagonalem Raster abzutasten; dies wird insbesondere im medizinischen Bereich und in der morphologischen Bildverarbeitung gelegentlich gefordert.

6) Der gewählte Bildausschnitt kann mit einem normalen Fernsehmonitor in voller zeitlicher Auflösung überwacht und somit vor eigentlichen Aufnahmen problemlos eingestellt werden, da die Teilbilder die gleiche Größe wie das Gesamtbild haben.

7) Da die elektrische Bandbreite der Teilbilder am Sensorausgang der eines Fernsehbildes entspricht, können die Teilbilder mit handelsüblichen analogen Videorekordern zunächst zwischengespeichert und erst später rechnerisch zum hochaufgelösten Gesamtbild zusammengefügt werden, was den Einsatz in einer tragbaren elektronischen Farbkamera mit nahezu der Auflösung eines Kleinbilddias und einer Speicherkapazität von über tausend Einzelbildern ermöglicht. Aussetzer (Drop-Outs) des Magnetbandes sind wegen der Bildverschachtelung leicht rechnerisch zu detektieren und ohne stark sichtbare Verluste zu korrigieren (Prinzip der Datenverschachtelung bzw. Verstreuung).

8) Aufgrund der kurzen mechanischen Wege sind keine gleitenden Führungen erforderlich, sondern lediglich Biegefüh-

rungen. Aus dem gleichen Grunde können spielfreie piezoelektrische Stellglieder eingesetzt werden, die direkt elektrisch ansteuerbar und mechanisch sehr stabil sind.

9) Da die Farbmaske direkt auf dem Sensor aufgebracht sein kann, muß der sogenannte Farbmultiplex nicht wie bei Schwarz-Weiß Sensoren durch in den Strahlengang nacheinander eingebrachte Farbfilter von der Größe des Bildfeldes oder durch Farbauftrennung auf drei Sensoren mit Prismen erzeugt werden, sondern erfolgt lediglich durch seitliche Verschiebung des Sensors. Es entfallen daher chromatische Aberrationen oder sonstige Bildbeeinträchtigungen durch Filter, so daß Aberrationen nur noch durch das Objektiv hervorgerufen werden.

10) Durch Verwendung eines in Massen produzierbaren niedrigauflösenden CCD-Flächensensors werden Kosten eingespart.

Gewerbliche Anwendbarkeit

Die besonderen Einsatzmöglichkeiten ergeben sich durch vier Merkmale des neuen Bildwandlers:

- 1) Es kann eine hohe Auflösung von beispielsweise 2000 x 1650 Bildelementen und bei Verkleinerung der lichtempfindlichen Flächenelemente auch mehr für jeden der drei Farbkäle erreicht werden.
- 2) Die Lichtempfindlichkeit ist gegenüber Kameras mit einer verschiebbaren Zeile, die eine vergleichbare Bildauflösung ermöglichen, um etwa zwei Größenordnungen größer;
- 3) Auch die Genauigkeit der Lage der Bildabtastpunkte ist gegenüber solchen Zeilenkameras um etwa zwei Größenordnungen höher;

4) Die Kosten für den erfindungsgemäßen Farbbildwandler sind durch Verwendung nur eines einzigen, für die Konsumelektronik in Massen gefertigten Farb-Sensors ohne aufwendige Optik oder teure Farbfilter sehr niedrig.

Insbesondere ergeben sich hierdurch folgende Anwendungsmöglichkeiten:

Datenfernübertragung (S/W oder Farb-Telefax):

Die Datenaufnahme kann in kürzerer Zeit und mit verminderten Ansprüchen an die Stärke der Lichtquelle erfolgen. Die Vorlage braucht wegen der Verwendung eines Flächensensors nicht mehr verschoben zu werden. Daher kann eine extrem hohe geometrische Genauigkeit bei der Bildaufnahme garantiert werden.

Filmabtastung zur digitalen Nachbearbeitung von Filmen:

Insbesondere bei der Colorierung, dem Ausgleich von Farbfehlern oder der Dateneingabe für "special effects" ist durch die oftmals große Anzahl aufzunehmender Bilder ist eine kurze Aufnahmezeit von besonderem Interesse. Flying Spot Scanner können zwar die erforderliche Auflösung erzielen, sind jedoch aufgrund der aufwendigen Technik mit drei Photomultipliern sehr teuer (mehrere 100 TDM). Zeilenkameras haben eine geringere Empfindlichkeit und führen aufgrund großer mechanischer Verschiebungen zum Wackeln des Bildes durch geometrische Ungenauigkeiten.

Hochauflösende Dateneingabe von Einzelbildern für die Werbegraphik:

Fast alle ganzseitigen Werbe-Farbphotos in Illustrierten werden vor dem Druck digital durch Kantenüberhöhung, Rauschunterdrückung, Erhöhung von Farbsättigung und Kontrast und durch Retusche verbessert.

Hochauflösende Dateneingabe für Anwendungen in der Photogrammetrie:

Der Einsatz der digitalen Bildverarbeitung in der Photogrammetrie leidet insbesondere noch unter mangelnder Verfügbarkeit geometrisch hochgenauer und hochauflösender Abtastsysteme. Diese Lücke schließt dieser Bildwandler.

Bildabtastung für die elektronische Archivierung (auch Dokumentenarchivierung):

Mit der verfügbaren Auflösung lassen sich Diapositive und -negative fast ohne Verluste archivieren. Dies ist für die Erstellung von Datenbanken, beispielsweise im medizinischen Bereich, von Bedeutung.

Elektronischer Diapositiv/negativ-Betrachter:

Mit dem Farbbildwandler und einem hochauflösenden Monitor können Diapositive und mit digitaler Matrizierung auch Dianegative in hoher Qualität betrachtet werden. Dies gewinnt durch die abzusehende Einführung des HDTV-Standards für den Heimgebrauch an Bedeutung. Durch Verwendung zweier Speicher lassen sich Bildwechsel ohne Pause durchführen.

Videometrie:

Für die Meßtechnik mit digitaler Bildverarbeitung ist die Verfügbarkeit eines hochpräzisen Abtastrasters, das sich definiert um Bruchteile des Sensorelementabstandes verschieben läßt von Wichtigkeit. Insbesondere gilt dies für die Moire-Meßtechnik mit Streifengittern, da dann die Bestimmung der Phase durch Bildpunktversatz um 120° direkt für jeden Bildpunkt getrennt erfolgen kann.

Tragbare Stillbildkamera mit Diagonalität:

Durch die Verfügbarkeit digitaler Bandspeicher (Digital Audio Tape auf Video-Band) mit hoher Aufzeichnungsdichte ist aufgrund des geringen Gewichtes und Leistungsbedarfs einer Kamera nach dem erfindungsgemäßen Prinzip ein tragbares Gerät denkbar, das die Speicherung von mehreren hundert Bildern auf einem sehr preiswerten Träger ermöglicht. Dies erlaubt gleichzeitig die "Videographie" von Gebäuden und Ausgrabungsstücken in der Archäologie für Meßzwecke, da die Aufzeichnung mit extrem hoher geometrischer Genauigkeit erfolgt.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Optoelektronischer Farbbildwandler mit einem Abbildungssystem, das ein Objekt auf ein zweidimensionales CCD-Array abbildet, dessen Matrix aus lichtempfindliche Sensor-Elementen eine Farbfiltermaske zur Aufnahme von Bildern mit mindestens drei Farbauszügen aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die das Bild zwischen der Aufnahme aufeinanderfolgender Teilbilder relativ zum CCD-Array derart verschieben, daß nacheinander die für die verschiedenen Farben empfindlichen Sensor-Elemente des CCD-Arrays an den gleichen Bildort zu liegen kommen, und daß eine Speicher- und Steuereinheit die mit verschobenem CCD-Array aufgenommenen Farbauszüge der Teilbilder dek-kungsgleich zusammensetzt.
2. Farbbildwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das CCD-Array verschiebbar angeordnet ist.
3. Farbbildwandler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das CCD-Array in der Bildebene zweidimensional verschiebbar ist.
4. Farbbildwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Piezostellglieder vorgesehen sind, die das Array verschieben.
5. Farbbildwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhöhung der Auflösung das Bild zwischen der Aufnahme aufeinanderfolgender Teil-

bilder relativ zum CCD-Array zusätzlich um Bruchteile des Sensor-Element-Abstandes verschoben wird.

6. Farbbildwandler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch die zusätzliche Verschiebung eine Angleichung der Bild-Auflösung in zueinander senkrechten Richtungen erfolgt.

7. Farbbildwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastung des Bildes durch geeignet verschobene Teilbilder in einem hexagonalen Muster erfolgt.

1/3

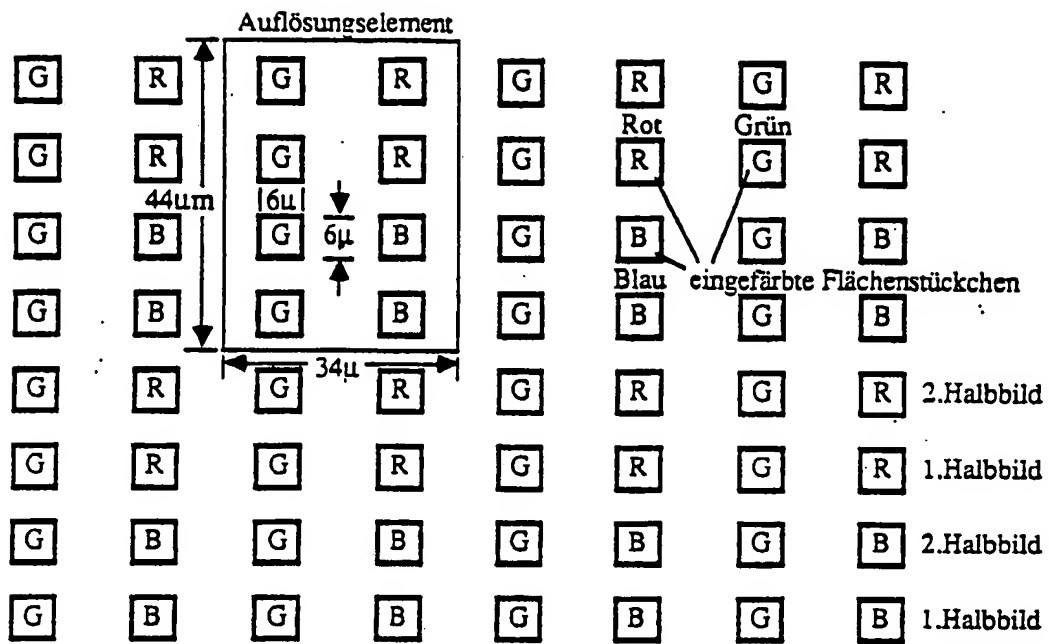


Fig. 1a

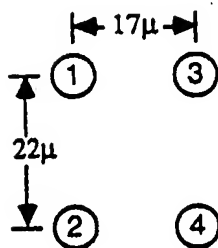


Fig. 1b

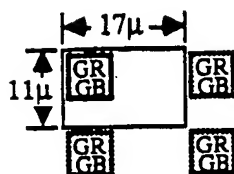


Fig. 1c

2/3

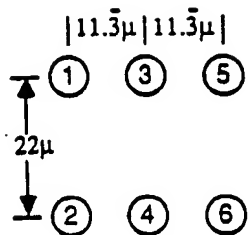


Fig. 2a

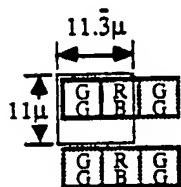


Fig. 2b

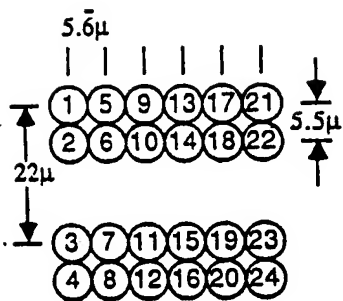


Fig. 2c

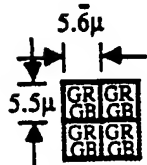


Fig. 2d

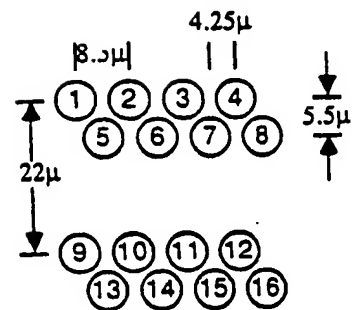


Fig. 3a

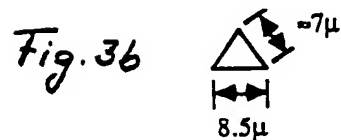
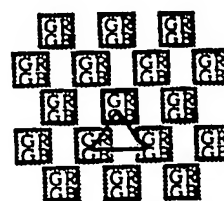
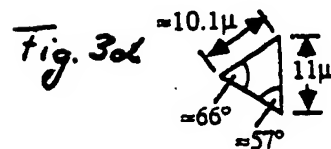
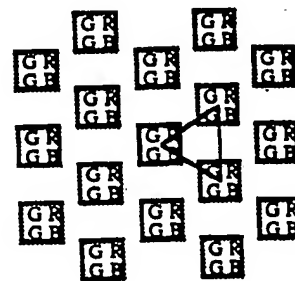
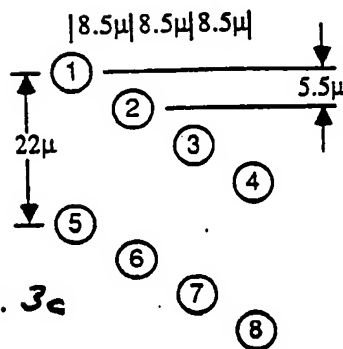


Fig. 3c



3/3

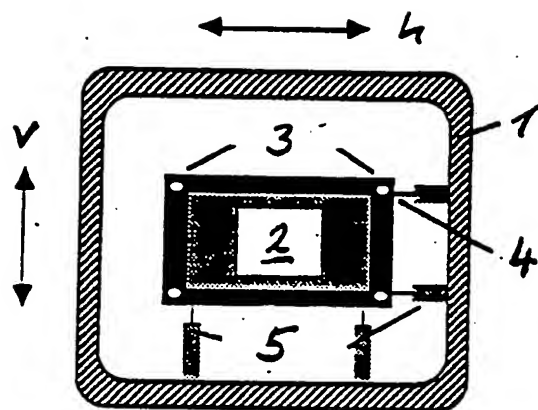


Fig. 4

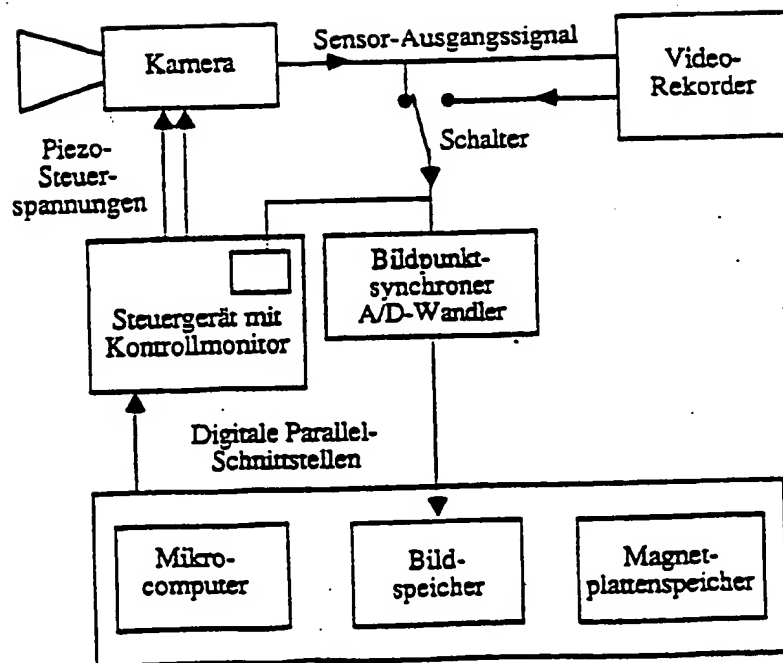


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 89/00690

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ : H 04 N 1/46; H 04 N 3/15		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched *		
Classification System †	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵ :	H 04 N	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT*		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with Indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	EP, A, 0131387 (K.K. TOSHIBA) 16 January 1985 see page 9, line 21 - page 10, line 22, see page 14, lines 1-25 --	1-6
Y	WO, A, 8605641 (EASTMAN KODAK CO.) 25 September 1986 see page 12, line 9 - page 13, line 12 (cited in the application) --	1-6
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 3, No: 144 (E-183) (1289) 23 June 1983, & JP- A- 58 56581 (HITACHI SEISAKUSHO K.K.) 4 April 1983, see the whole document --	3
A	EP, A, 0063061 (THOMSON-CSF) 20 October 1982 see page 6, line 4 - 26 -----	1
<p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"Δ" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
19 January 1990 (19.01.90)	27 February 1990 (27.02.90)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

DE 8900690

SA 31913

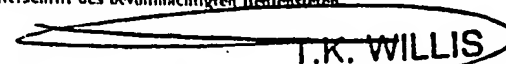
This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 20/02/90

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0131387	16-01-85	JP-A- 59231986	26-12-84
		JP-A- 59231981	26-12-84
		US-A- 4652928	24-03-87
WO-A-8605641	25-09-86	US-A- 4638371	20-01-87
		EP-A- 0215847	01-04-87
		JP-T- 62502233	27-08-87
EP-A-0063061	20-10-82	FR-A, B 2503502	08-10-82
		JP-A- 57176893	30-10-82
		US-A- 4453177	05-06-84

IN: NATIONALER RECHERCHENBERICH.

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 89/00690

I. KLASSEKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Kl. 5 H04N1/46 ; H04N3/15		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	H04N	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ¹⁰	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
Y	EP,A,0131387 (K.K. TOSHIBA) 16 Januar 1985 siehe Seite 9, Zeile 21 - Seite 10, Zeile 22 siehe Seite 14, Zeilen 1 - 25 ---	1-6
Y	WO,A,8605641 (EASTMAN KODAK CO.) 25 September 1986 siehe Seite 12, Zeile 9 - Seite 13, Zeile 12 (in der Anmeldung erwähnt) ---	1-6
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 3, no. 144 (E-183)(1289) 23 Juni 1983, & JP-A-58 56581 (HITACHI SEISAKUSHO K.K.) 04 April 1983, siehe das ganze Dokument ---	3
A	EP,A,0063061 (THOMSON-CSF) 20 Oktober 1982 siehe Seite 6, Zeilen 4 - 26 ---	1
<p>¹⁰ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHREIBUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
19. JANUAR 1990	27 FEB 1990	
Internationale Recherchebehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
EUROPAISCHES PATENTAMT	 T.K. WILLIS	

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 8900690

SA 31913

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20/02/90

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0131387	16-01-85	JP-A- 59231986	26-12-84
		JP-A- 59231981	26-12-84
		US-A- 4652928	24-03-87
WO-A-8605641	25-09-86	US-A- 4638371	20-01-87
		EP-A- 0215847	01-04-87
		JP-T- 62502233	27-08-87
EP-A-0063061	20-10-82	FR-A, B 2503502	08-10-82
		JP-A- 57176893	30-10-82
		US-A- 4453177	05-06-84

EPO FORM 1003

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82